

51

Int. Cl.:

C 23 c, 13/06

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 48 b, 13/06

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 1 621 342

Aktenzeichen: P 16 21 342.6 (S 110761)

Anmeldetag: 11. Juli 1967

Offenlegungstag: 13. Mai 1971

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Verfahren zum Herstellen von Aufdampfkontakten mit Kontakthöhen größer 10 µm, insbesondere für Planarbauelemente

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Siemens AG, Berlin und München, 8000 München

Vertreter: —

72

Als Erfinder benannt: Fischer, Hermann, 8000 München

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): 3. 8. 1969

ORIGINAL INSPECTED

4. 71 109 820/1598

7/80

11 1041344

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

München 2, 26. AUG. 196  
Wittelsbacherplatz

PA 67/2604

Verfahren zum Herstellen von Aufdampfkontakten mit Kontakt-  
höhen größer 10  $\mu$ m, insbesondere für Planarbauelemente

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen von Metallkontakten mit Kontakthöhen größer 10  $\mu$ m, insbesondere für nach der Planartechnik gefertigte Halbleiterbauelemente, durch Aufdampfen durch Masken.

Für die rationelle Fertigung von Halbleiterbauelementen, insbesondere von Halbleiterbauelementen, deren Herstellen auf

Neue Unterlagen (Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 Satz 3 des Änderungsges. v. 4. 9. 1967,

der Planartechnik beruht, ist das Anbringen der Kontakte an den Elektroden von großer Bedeutung. Außer dem sehr kostspieligen Kugelkompressionsverfahren ist es bekannt, Metallkontakte durch entsprechende Masken aufzudampfen. Die so aufgedampften Kontakte weisen eine Schichtdicke von nur wenigen  $\mu$ m auf und müssen für viele Verwendungszwecke oft noch nachträglich in einem zusätzlichen Arbeitsgang verstärkt werden. Hierfür sind bereits verschiedene Verfahren vorgeschlagen worden; so kann die Verstärkung der Metallkontakte beispielsweise auf galvanischem Wege, aber auch durch Anbringen einer zusätzlichen Lotkugel mittels des bekannten Thermokompressionsverfahrens erfolgen. Eine weitere Möglichkeit ist dadurch gegeben, daß man den Aufdampfvorgang unter Verwendung einer entsprechend dickeren Maske so lange fortsetzt, bis die gewünschte Kontakthöhe erreicht ist. Mit zunehmender Kontakthöhe wird es aber schwierig, die Maske von der zu bedampfenden Oberfläche abzuheben, ohne daß dabei die darunterliegende, sehr empfindliche Halbleiterkristallscheibe beschädigt wird. Außerdem wird auch, durch das anhaftende Aufdampfmaterial bedingt, die Maske beim Abheben erhöhten Spannungen ausgesetzt, was ebenfalls sehr oft zu einem Ausfall der Maske führt. Da diese Masken außerdem sehr kostspielig sind, müssen sie für viele Aufdampfprozesse verwendet werden, wobei nach jedem Aufdampfvorgang ein Reinigungsprozeß erforderlich ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Aufdampfverfahren anzugeben, bei dem möglichst hohe Kontaktdicken erreicht werden, ohne daß dabei sowohl die Substratscheiben als auch die aufgelegte Maske beim Entfernen beschädigt werden.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe der beschädigungsfreien Entfernung der Maske nach dem Aufdampfprozeß wird dadurch gelöst, daß auf die zu kontaktierende Oberfläche eine, aus einem gegen ein Lösungsmittel des Aufdampfmetalls resistenten Material bestehende Maske angeordnet wird, die so ausgebildet ist, daß der Durchmesser ihrer Öffnungen auf der der zu kontaktierenden Oberfläche abgewandten Seite kleiner ist als der Durchmesser auf der der zu kontaktierenden Oberfläche gegenüberliegenden Seite der Maske.

Durch die besondere Form der Maske können die Aufdampfkontakte beliebig hoch hergestellt werden, ohne daß dabei das Abheben der Maske beeinträchtigt wird. Gleichzeitig bietet das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, daß sich eine anschließende Verstärkung der aufgedampften Kontakte erübrigt. Es können also in einem einzigen Arbeitsgang Kontakthöhen von 100  $\mu\text{m}$  und mehr erzeugt werden, ohne daß dabei ein Substratbruch oder eine Beschädigung der Maske mit in Kauf genommen werden muß.

Um ein völlig freies Liegen der Aufdampfkontakte in der Maske zu gewährleisten, ist in einer Weiterbildung des Erfindungsgedankens vorgesehen, daß sich die beiden Durchmesseröffnungen zueinander wie 1:1,5 verhalten. Dies kann dadurch erreicht werden, daß die Maskenlöcher oder -öffnungen konisch ausgebildet werden, wobei die an die Oberfläche der Maske tretenden oberen und unteren Begrenzungsflächen des aus dem aufgedampften Metall gebildeten Kegelstumpfes den beiden unterschiedlichen Durchmessern entsprechen. Die Öffnung in der Maske kann aber auch stufenförmig ausgebildet sein. Dies wird am besten dadurch erreicht, daß man die Maske aus zwei Teilen fertigt, wobei die beiden Teile jeweils unterschiedliche Durchmesser in ihren Öffnungen aufweisen und man die beiden Teile beim Bedampfen so aufeinanderlegt, daß der Maskenteil mit den größeren Öffnungen direkt auf die zu bedampfende Oberfläche zu liegen kommt. Dabei wird die Dicke dieses Maskenteils so gewählt, daß sie mindestens der angestrebten Höhe der aufzudampfenden Kontakte entspricht, während die Dicke des Maskenteils mit den kleineren Öffnungen höchstens 20 µm beträgt.

Die Maske wird vorteilhafterweise aus einem Material hergestellt, welches ein nachträgliches Ablösen der aufgedampften Metallschicht auf chemischem oder mechanischem Wege gestattet und somit die Wiederverwendung der Maske zuläßt.

Als besonders gut geeignet hat sich Tantalblech erwiesen.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die Herstellung von Silicium-Planardioden und -transistoren, die auf einer Halbleiterkristallscheibe untergebracht sind und vor der Montage auf ihren Sockeln durch entsprechendes Zerschneiden in die einzelnen Bauelemente erhalten werden, sehr rationell und ohne großen Aufwand gestaltet werden. Dabei ist die Ausbeute an qualitativ guten Bauelementen erheblich größer, als dies nach den bisher üblichen Verfahren möglich war.

Das Verfahren gemäß der Erfindung ist aber ebenso vorteilhaft anwendbar bei der Fertigung von gedruckten Schaltungen sowie von elektrischen mehrpoligen Bauelementen wie z.B. Widerstände und Kondensatoren.

Im Folgenden soll die Erfindung an Hand von Ausführungsbeispielen und der Figuren 1 - 5, aus denen weitere Einzelheiten und Vorteile hervorgehen, näher erläutert werden.

In Fig. 1 ist im Schnitt ein Ausschnitt einer mit einer Öffnung 2 versehenen Maske 1 aus Tantalblech, welche auf einer mit einer Oxidschicht 3 bedeckten Halbleiterkristallscheibe 4 angeordnet ist und nach den bisher üblichen Verfahren mit einem Aufdampfkontakt 5 versehen ist, gezeigt. Der Pfeil 6 gibt die Aufdampfrichtung an. Wie aus Fig. 1 deutlich zu erkennen ist, liegt der aufgedampfte Kontakt an

allen Seiten der Maske 1 an, so daß ein Entfernen der Maske vom Halbleiterkörper 4 ohne Bruch des Kristalls und ohne Verspannung der Maske äußerst schwierig sein dürfte.

Fig. 2 zeigt ein besonders günstiges Ausführungsbeispiel eines Aufdampfkontaktes nach dem erfindungsgemäßen Verfahren, wobei eine Maske 1 verwendet wird, die, wie aus der Figur deutlich zu erkennen ist, mit einer konisch ausgebildeten Öffnung 2 versehen ist. Der Aufdampfkontakt 5 hat die Form eines Kegelstumpfes, wobei die Grundfläche ungefähr dem Durchmesser der größeren Öffnung 22 entspricht, während die obere Begrenzungslinie des Kegelstumpfes dem Durchmesser der kleineren Öffnung 12 entspricht. Es gelten die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1.

In Fig. 3 wird ein besonders günstiges, fertigungstechnisch sehr leicht durchführbares Ausführungsbeispiel dargestellt. Dabei ergibt sich die gleiche kegelförmige Ausbildung des Aufdampfkontaktes 5 wie in Fig. 2. Als Aufdampfmaske wird jedoch eine aus zwei Teilen 11 und 21 bestehende Tantalmaske verwendet, wobei der Teil 11 aus einem 10 - 20  $\mu$ m starken Tantalblech besteht, in welches Löcher mit einem Durchmesser von 200  $\mu$ m gestanzt wurden, während der aus dem Distanzblech bestehende Teil 21 aus einem ca. 100  $\mu$ m dicken Tantalblech gefertigt ist, welches mit Öffnungen vom Durchmesser von 300  $\mu$ m versehen ist. Diese Maskenteile werden, in einem

Rahmen eingespannt, auf die mit den Halbleiteranordnungen versehene Kristallscheibe justiert. Es gelten auch hier die gleichen Bezugszeichen wie in den Figuren 1 und 2.

Fig. 4 zeigt im Schnitt eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Silicium-Planardiode vor dem Einbau in ein Miniaturglasgehäuse. Diese Anordnung wurde durch Zerteilen einer, eine Vielzahl von Bauelementen enthaltenden Kristallscheibe erhalten. In einer n-dotierten Siliciumeinkristallscheibe 4 von  $200\text{ }\mu\text{m}$  Dicke wurde durch Diffusion aus der Gasphase mittels Bor im Bereich eines Oxidfensters 7 eine p-dotierte Zone 8 mit einer Tiefe von  $5\text{ }\mu\text{m}$  erzeugt. Mit 3 sind die Reste der Oxidschicht bezeichnet, die bei der Fensterätzung auf der Oberfläche der Kristallscheibe verblieben sind. Die p-dotierte Zone 8 wird nochmals überätzt und dann nach dem Auflegen der Maske nach Fig. 2 oder 3 mit einem Aufdampfkontakt 5, beispielsweise aus Silber bestehend, versehen, wobei der Durchmesser des Aufdampfflecks in der Größenordnung von  $200\text{ }\mu\text{m}$  liegt und die Höhe der aufgedampften Schicht ca.  $90\text{ }\mu\text{m}$  beträgt. Der Aufdampfprozeß erfolgt in an sich bekannter Weise in einer aus einem Rezipienten bestehenden Aufdampfapparatur bei einem Druck von  $10^{-5}$  Torr. Das zur Bedampfung vorgesehene Metall, beispielsweise Silber, wird aus einer auf ungefähr  $1200^{\circ}\text{C}$  erhitzten Wolframwendel verdampft. Nach Entfernung der Maske können die Planarsysteme nach Zerteilen der Kristallscheibe in die einzelnen Elemente



sofort auf ihre Sockel montiert und in das Glasgehäuse eingebaut werden. Dabei verhindert die kegelförmige Abscheidung des Kontaktmetalls (5) auf der p-dotierten Zone 8, daß zwischen Kontaktbügel und dem n-dotierten Grundmaterial (4) Kurzschlüsse entstehen.

Fig. 5 zeigt eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren mit einem Aufdampfkontakt 5 versehene, in ein Glasgehäuse 9 eingebaute Planardiode (4, 8), nachdem sie auf einen Sockel 10 montiert und mit dem Bügel 13 kontaktiert wurde. Der Kontaktbügel 13 kann auch als Feder oder S-förmig ausgebildet sein.

11 Patentansprüche

5 Figuren

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zum Herstellen von Metallkontakten mit Kontakthöhen größer  $10\text{ }\mu\text{m}$  für elektrische Bauelemente, insbesondere für nach der Planartechnik gefertigte Halbleiterbauelemente, durch Aufdampfen durch Masken, dadurch gekennzeichnet, daß auf die zu kontaktierende Oberfläche eine aus einem gegen ein Lösungsmittel des Aufdampfmetalls resistenten Material bestehende Maske angeordnet wird, die so ausgebildet ist, daß der Durchmesser ihrer Öffnungen auf der der zu kontaktierenden Oberfläche abgewandten Seite kleiner ist als der Durchmesser auf der der zu kontaktierenden Oberfläche gegenüberliegenden Seite der Maske.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die beiden Durchmesseröffnungen zueinander wie 1:1,5 verhalten.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen der Maske konisch ausgebildet sind.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen stufenförmig ausgebildet sind.

Neue Unterlagen (Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 Satz 3 des Änderungsges. v. 4. 9. 1967)

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke der Maske der angestrebten Höhe der aufgedampften Schicht angepaßt ist.
6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Maske aus zwei Teilen mit jeweils unterschiedlichem Durchmesser der Öffnungen besteht, die beim Bedampfen so aufeinandergelegt werden, daß der Maskenteil mit den größeren Öffnungen auf die zu bedampfende Oberfläche zu liegen kommt.
7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke des Maskenteils mit den größeren Öffnungen mindestens die angestrebte Höhe der aufzudampfenden Kontakte aufweist, während die Dicke des Maskenteils mit den kleineren Öffnungen höchstens 20  $\mu$ m beträgt.
8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Maskenmaterial Tantalblech verwendet wird.
9. Silicium-Planardioden und -transistoren, die auf einer Halbleiterkristallscheibe untergebracht sind und vor der Montage auf ihre Sockel durch entsprechendes Zerteilen in die einzelnen Halbleiterbauelemente erhalten werden,

109820/1598

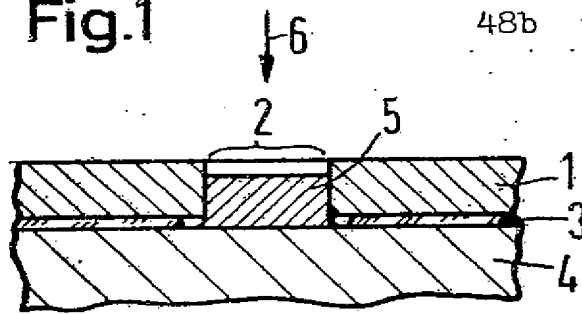
BAD ORIGINAL

hergestellt nach einem Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 8 .

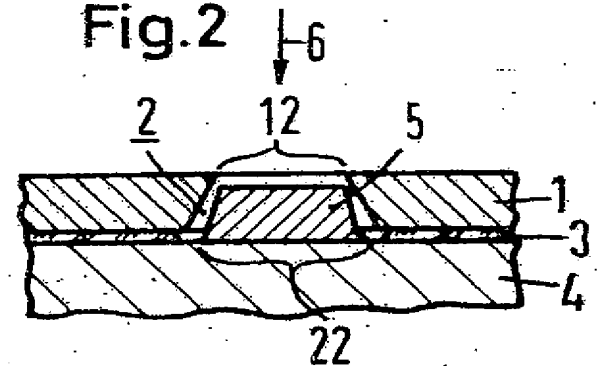
10. Gedruckte Schaltungen, hergestellt nach einem Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 8.

11. Elektrische mehrpolige Bauelemente wie beispielsweise Widerstände und Kondensatoren, hergestellt nach einem Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 8.

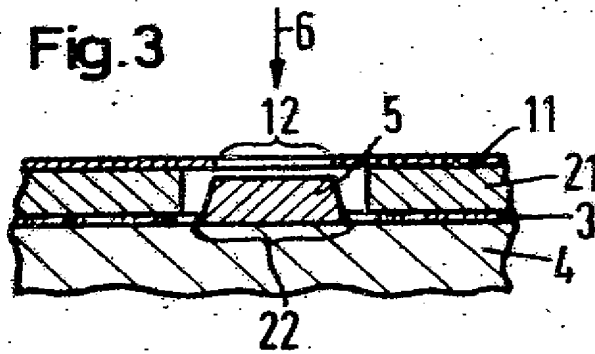
**Fig.1**



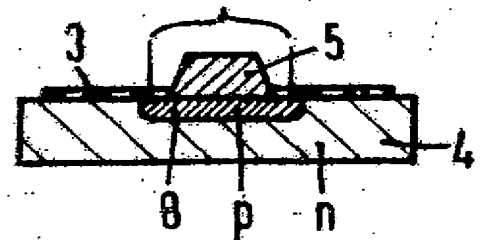
**Fig.2**



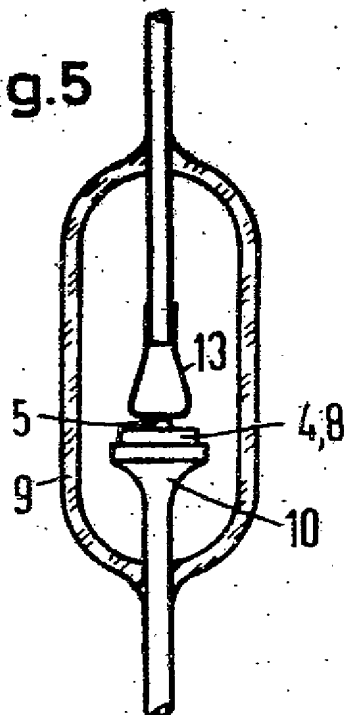
**Fig. 3**



**Fig.4 7**



**Fig.5**



ORIGINAL INSPECTED

Um ein völlig freies Liegen der Aufdampfkontakte in der Maske zu gewährleisten, ist in einer Weiterbildung des Erfindungsgedankens vorgesehen, daß sich die beiden Durchmesseröffnungen zueinander wie 1:1,5 verhalten. Dies kann dadurch erreicht werden, daß die Maskenlöcher oder -öffnungen konisch ausgebildet werden, wobei die an die Oberfläche der Maske tretenden oberen und unteren Begrenzungsflächen des aus dem aufgedampften Metall gebildeten Kegelstumpfes den beiden unterschiedlichen Durchmessern entsprechen. Die Öffnung in der Maske kann aber auch stufenförmig ausgebildet sein. Dies wird am besten dadurch erreicht, daß man die Maske aus zwei Teilen fertigt, wobei die beiden Teile jeweils unterschiedliche Durchmesser in ihren Öffnungen aufweisen und man die beiden Teile beim Bedampfen so aufeinanderlegt, daß der Maskenteil mit den größeren Öffnungen direkt auf die zu bedampfende Oberfläche zu liegen kommt. Dabei wird die Dicke dieses Maskenteils so gewählt, daß sie mindestens der angestrebten Höhe der aufzudampfenden Kontakte entspricht, während die Dicke des Maskenteils mit den kleineren Öffnungen höchstens 20 µm beträgt.

Die Maske wird vorteilhafterweise aus einem Material hergestellt, welches ein nachträgliches Ablösen der aufgedampften Metallschicht auf chemischem oder mechanischem Wege gestattet und somit die Wiederverwendung der Maske zuläßt.

Als besonders gut geeignet hat sich Tantalblech erwiesen.